

用电子计算机研究泥石流组构的尝试

艾南山

(兰州大学地理系)

组构概念虽然有广义和狭义的区别,量测组构的方法和获取的数据也有多种,但沉积物的组构分析,已形成了一套习惯方法。就广义的组构而言,宏观的有构造地质学方法,中尺度的如砾向组构、粒度分析,有传统的沉积学方法;微观的有构造岩石学方法。这些在近年来也都在不断取得进展。

但由于电子计算机,特别是七十年代出现并迅速推广发展的微型电子计算机,使得地学数据处理有可能进入一个新阶段,多元分析的统计方法,获得长足进展。加之,不少数学家似乎偏爱组构(主要是广义组构概念的中尺度组构)数据的处理,在理论上(如统计分布)进行了相当多的工作。例如,仅砾向问题,七十年代初K. V. 玛德里阿(Madria)就以“方向资料的统计学”写成一部300余页的专著,详尽讨论了平面和球面的各种分布。这些就使我们可以用新的方法去研究组构这类传统地质学课题。只是比起计算机和地学统计学眼花缭乱的飞速发展来,我们地学上运用这些成就解决组构问题的进展,大有营养过于丰富,难于消化吸收的处境,远远落后了。

近年来,兰州大学冰川冻土研究室和一些搞其他专业的同志,致力于沉积物组构,主要是砾向和粒度的分析研究,其间对运用电子计算机解决组构问题,作了一些探索。本文不拟对这方面国内新的进展作全面评价(这也是笔者力所不及的),只想就他们在这方面所作的新探索给以总结和分析。

粗粒沉积物,除测量磨圆度各种指标外,砾向(倾向、倾角)是最常测量的指标;而对粒度数据的分析,一般都作了粒度的平均粒径(M_z)、标准偏差(δ_1)、偏度(S_k)和峰态(K_g)四种参数计算。因而进行电子计算机处理,首先也就选用这些数据。这样可以保证数据来源广,新的方法也易于推广。

1、计算机绘制等密图

传统的砾向图解研究,是采用赤平极射投影绘制等密图,由等密图的几何形态,判定主密部的位置,主密部的发展程度,以及砾向的空间分布情况,从而判断各种沉积物(自然也包括泥石流沉积物)形成的动力条件。但手工绘制的等密图既慢且不够精确,还因人而异,而且更主要的是难以从这种图上提取定量信息。

计算机绘制等密图,是我和赵镇同志合作的成果。沉积物每块砾石的砾向,可以投影到一个单位球面上,而变为球面上的一个点。若以纬度表示砾石的倾向,以经度表示其倾角,采用波斯特尔(Postel)等距投影,可变为平面上的一个圆。在平面上,纬度是等间距的同心圆,而经度间的距离则随纬度而增大。若以 φ 表示纬度(单位为弧度),D表示经度间距,则

$$D = \varphi / 2\pi$$

虽然波斯特尔投影与赤平极射投影不同，但通过实践，我们认为前者的图形更直观。

由于计算机是先经过计算而后再将计算结果变为图形，因而它兼有几何方法的直观性和解析方法的精确性。它可提供主密部的精确位置，可以计算一个到几个平均砾向，还可以提供表征砾向分散程度的数据。这些参数显然对于泥石流砾向组构分析是十分重要的，已经将它用于博格达峰冰碛物组构分析和庐山混杂堆积物的砾向分析。由于它可以提供两个以上的平均砾向数据，所以还可以用于节理产状资料，以计算区域构造应力场主压应力方向。这个方法已经用于东乡洒勒山滑坡应力场分析。

2、用解析方法寻求砾向组构的统计参数

我曾介绍过简单的矢量计算方法，其模型的实质是将沉积砾石的倾向、倾角视为单位球面上的一个矢量的两个坐标；然后分别投影到三轴上，即求出三个分量；再将一组砾向数据的三分量分别求代数和，最后合成一个“平均”矢量。根据这些参数，还能估算一组砾石砾向的分散程度（分散系数）。继后研究发现，泥石流沉积物ab面砾向分散系数小于冰碛物ab面的砾向分散系数。更有趣的是，庐山混杂堆积的分散系数接近于现代泥石流，而不同于现代冰碛物。但由于数据尚不多，很难判定这些发现是否具有普遍意义。不管怎样，这种方法确实可为我们研究泥石流沉积物砾向组构，构成一些有意义的统计参数。

另一种计算砾向组构的解析方法是特征值法，在这次会上我们另有专文论述新的进展。这一方法由于数学上理论严密，力学上又能赋予较精确的含义，可以期望将是一种颇有前途的方法。我们目前的工作，还是远远不够的。

3、粒度分析

就粒度常用的前面已经提及的四个统计参数，许多学者早已用其中两两相比较，绘成所谓的结构参数离散图，可以区分沉积环境。如对于冰碛物和冰水沉积物粒度的区别，王靖泰同志作过系统研究。

因为平均粒径、标准偏差、偏度和峰态四种统计参数，分别可以反映营力的平均动力、介质能量的恒定情况、介质类型和搬运能力以及介质能量波动特点等，可以从不同侧面反映沉积的环境。

既然这四种参数双双结对成的结构参数离散图可以反映沉积环境，那么将四种参数同时考虑，信息量更多，必将更能区分沉积物的沉积环境。

这就需要多元统计分析了。目前我们仅试用了聚类分析方法，效果是好的，对于泥石流、河流、冰水、冰湖、冰川等沉积物，都能很清晰地区别开来，但是对于古代沉积，如庐山混杂堆积，区分的效果就较差。这方面还有待于进一步工作，但无疑这将是一种有用的方法。其多元统计分析方法，大概也会在粒度分析中起一定的作用。

4、结语

数学模型方法引进地学学科，相对较晚。就目前状况，主要还是借用邻近学科的模式。用统计方法研究泥石流问题，亦如研究其他地学问题一样，需要构造新的统计量，发掘更多本门学科特有的统计量，必将有助于数学方法的推广。计算机的使用，由于它运算快，储存量大，可以处理大量数据，可以用不同方法试算，因而使构造新统计量的工作变得较为容易了。